

TIJDENS DE RUIM DRIEHONDERD MILJOEN JAAR DIVERGENTE EVOLUTIE IS HET BREIN VAN VOGELS ER ANDERS UIT GAAN ZIEN DAN DAT VAN ZOOGDIEREN. TOCH VINDT EEN GROEP NEUROBIOLOGEN EN ETHOLOGEN DAT ZANGVOGELS EEN GOED MODELORGANISME BIEDEN OM DE BIOPSYCHOLOGISCHE MECHANISMEN VAN BEPAALDE ASPECTEN VAN HET MENSELIJKE GEDRAG TE BESTUDEREN. ZO ZOU HET ONDERZOEK VAN VOGELZANG ONS IETS KUNNEN LEREN OVER DE MENSELIJKE SPRAAK.

Vogelzang en mensenspraak

Rudi D'Hooge



Zittend op een bank in het park van de Plaça de la Sagrada Família te Barcelona had ik zicht op de Passiefaçade van de beroemde basiliek van architect Antoni Gaudí. De duiven voor mijn voeten hadden hun natuurlijke angst grotendeels verloren en waren geconditioneerd op de menselijke bezoekers als tekens van onvoorspelbare, maar imminente beloning. Ik moest denken aan de behavioristische psycholoog Burrhus Skinner (1904–1990) en de foto's van hem die vele jaren geleden waren verschenen in *The National Geographic Magazine*. Skinner houdt op die foto's een duif in zijn handen, net op het moment dat hij ze in een van zijn kooien wilde plaatsen. Een belangrijk deel van Skinners werk gebeurde immers

met duiven, die hij beloofde voor hun vlijtige gepik op de elektrische toetsen in hun kooi. Net zoals Gaudí zijn architectuur had gebaseerd op de biologie, had Skinner dat gedaan met zijn benadering van de psychologie. Terwijl Skinners vogels echter blijken gaven van intelligent en complex gedrag, maakten de duiven in het park op mij eerder een cartesische indruk in de manier waarop ze quasi mechanisch pikten naar broodkruimels. De felgroene vogel die tussen de duiven was neergestreken, gedroeg zich echter anders. Het was een Zuid-Amerikaanse monniksparkiet (*Myiopsitta monachus*), een afstamming van ontsnapte kooivogels, die zich best thuis schijnen te voelen in de stad en nu in grote aantallen

door de straten van Barcelona vliegen. In tegenstelling tot de duiven keek de parkiet me recht in de ogen en stapte parmantig onderzoekend rond. Ik merkte dat het park krioelde van de parkieten en dat heel wat bomen verschillende grote nestkolonies bevatten. Sommige van die nesten waren ruim anderhalve meter in diameter en werden bewoond door vele tientallen vogels. De bedrijvigheid in deze nesten – het af en aan vliegen van vogels met takken en twijgen in hun bek – leek erg op de bedrijvigheid van de bouwvakkers in La Sagrada Família.

Samen met de leden van de kraaienfamilie behoren papegaaiachtigen, zoals de monniksparkiet, wellicht tot de meest intelligente vogels die we kennen.

Ethologen en dierpsychologen zijn pas recent tot de conclusie gekomen dat het leervermogen en de intelligentie van deze vogels die van vele primatensoorten overstijgen. Misschien zijn zulke vogels wel betere modelorganismen om de biopsychologische mechanismen van bepaalde aspecten van het menselijke gedrag te bestuderen, dan de primaten. Die laatste staan weliswaar evolutionair dichterbij ons, maar gedragsmatig verschillen ze meer van ons dan sommige vogels. Dit is alleszins de overtuiging van een groep neurobiologen en ethologen, die hun bevindingen voor het eerst bundelden in het lijvige *Neuroscience of Birdsong*. In vele takken van de biomedische en gedragswetenschappen is het gebruik van modelorganismen essentieel voor onderzoek dat om evidente ethische redenen niet bij menselijke proefpersonen kan gebeuren. Soms hebben we dergelijke modelorganismen nodig om experimentele medicatie uit te testen of om fundamentele kennis te vergaren over de basismechanismen van menselijke functies en disfuncties. De groep onderzoekers die *Neuroscience of Birdsong* schreef, meent nu dat het onderzoek van vogelzang ons iets kan leren over de menselijke spraak.

Net als mensen communiceren vele zangvogels immers met elkaar met behulp van vocale signalen. En net als de menselijke spraak zijn tal van elementen van vogelzang niet aangeboren maar aangeleerd. Vogelzang begint als een amorfe vocalisatie die gedurende het jonge leven van vele zangvogels structuur krijgt onder invloed van hun blootstelling aan de zang van volwassen vogels. Elke zangvogel begint spreekwoordelijk te zingen zoals hij gebekt is en hij ontwikkelt zijn individuele versie van het lokale dialect van de soortgenoten in de buurt van het nest. Ook bij onze inheemse vinken (*Fringilla coelebs*) werd vastgesteld dat hun zang van plaats tot plaats iets kan verschillen. Het vermogen van vinken en sommige andere zangvogels om de lokale zang te leren van hun soortgenoten vereist mechanismen van neuroplasticiteit – dit is plasticiteit of veranderbaarheid van delen van het zenuwstelsel – die het mogelijk maken dat de werking van de hersenstructuren die zang controleren, veranderen onder invloed van ervaring.

Het vermogen van vinken en sommige andere zangvogels om de lokale zang te leren van hun soortgenoten vereist mechanismen van neuroplasticiteit

De onderzoekers in kwestie veronderstellen dat dergelijke mechanismen grote gelijkenissen vertonen met de mechanismen die aan de basis liggen van de taalontwikkeling bij de mens. Neurale en gedragsmatige plasticiteit is bovendien een centraal thema in verschillende takken van de psychologie en andere gedragswetenschappen. Zonder de wetenschappelijke overtuiging van de immense plasticiteit van menselijk gedrag zou het immers zinloos zijn om veel aandacht te besteden aan revalidatie en psychotherapie, of aan de mogelijkheid te leren en ons gedrag te veranderen. Als we van oordeel zouden zijn dat ons psychologisch functioneren en daarmee de structuren en werking van ons zenuwstelsel onveranderlijk vastliggen van bij onze geboorte, dan zou er weinig hoop zijn nog te veranderen of nieuwe dingen aan te leren op volwassen leeftijd. Zenuwcellen vormen continu nieuwe uitlopers en verbindingen, en inactieve verbindingen worden geactiveerd. Zelfs op gevorderde leeftijd blijven onze hersenen en de rest van ons zenuwstelsel hun plasticiteit behouden en hersenaandoeningen die gepaard gaan met een verlies van neuroplasticiteit beroven mensen van hun meest gekoesterde vermogen, het vermogen ervaringen en feiten te onthouden en levenslang te leren.

Een groot deel van het onderzoek over de werking van de hersenen is onmogelijk zonder proefdieren. De waarde van een diemodel dat uiteindelijk is bedoeld om bij te dragen tot een betere kennis van onze eigen soort, hangt in belangrijke mate af van zijn gelijkenis met de mens. Ratten en muizen zijn nog steeds de meest gebruikte proefdieren omdat ze relatief eenvoudig te kweken en te verzorgen zijn. Het nut van die knaagdieren heeft echter ook te maken met het feit dat ze net als wij bepaalde ziekten kunnen oplopen en ze meestal (maar helaas niet altijd) gelijkaardig reageren op farmaca. Pioniers zoals Paul Ehrlich (1854–1915) en Gerhard Domagk (1895–1964) kwamen hun ontdekkingen op het gebied van de farmacotherapie van infectieuze aandoeningen op het spoor dankzij proeven op laboratoriummuizen. Ook in de gedragsneurowetenschappen worden deze kleine zoogdiertjes gebruikt omdat hun hersenen grote gelijkenis vertonen met die van primaten, onder wie de mens. Net als wij beschikken ze over hersenstructuren die hun motoriek sturen, die hen bepaalde zaken doen herinneren en andere vergeten, die hen angstig maken voor bepaalde externe prikkels. Bovendien ontwikkelen hun hersenen zich op zeer gelijkaardige manier als de onze. De schors van hun grote hersenen bestaat, net als de onze, uit lagen van hersencellen. Onder deze grijze stof bevindt zich, ook zoals bij ons, witte stof, die vele duizenden zenuwuitlopers bevat die verschillende delen van de hersenschors met elkaar en met dieper gelegen zenuwkernen verbinden.

Net als de zoogdieren stammen de vogels af van

reptielenvoorouders, maar tijdens de ruim driehonderd miljoen jaar divergente evolutie is het brein van vogels er wel erg anders gaan uitzien dan dat van de zoogdieren. Het is dan ook fascinerend om vast te stellen hoe vogels met een dramatisch verschillend stel hersenen toch in staat zijn zeer complex gedrag te vertonen. De manier waarop kraaien stokjes en steentjes als werktuigen aanwenden, benadert zeker het vermogen van mensapen om eenvoudige wapens te vervaardigen en twijgen te bewerken zodat ze die kunnen gebruiken om termieten uit hun nesten te peuten. Konrad Lorenz (1903–1989) en Niko Tinbergen (1907–1988) waren bij de eerste ethologen die de complexiteit van het gedrag van vogels documenteerden. Lorenz ging ervan uit dat hun gedrag (en op homologe wijze dat van mensen) hoofdzakelijk wordt gestuurd door aangeboren instinctieve driften. Andere ethologen zagen echter in dat dergelijke verklaringsmodellen nauwelijks toereikend waren om het gedrag van vogels en andere gewervelde dieren te begrijpen.

De Britse etholoog William Homan Thorpe (1902–1986), aan wie *Neuroscience of Birdsong* werd opgedragen en wiens biografie door zijn geestesgenoot Robert Hinde in het boek werd opgenomen, trachtte aanvankelijk de theorieën van Lorenz te rijmen met de theorieën van Skinner, Donald Hebb (1904–1985) en andere leerpsychologen. Later keerden vele ethologen, waaronder ook Hinde en Thorpe, zich expliciet af van de lorenzianse verklaringsmodellen en wat later viel de reactionaire figuur van Lorenz helemaal in ongenade bij de brede kring van gedragswetenschappers. Dit viel samen met de pogingen van ethologen zoals Hinde en Thorpe om hun gedragsonderzoek in verband te brengen met de wetenschappelijke psychologie. De ontstaansgeschiedenis van het onderzoek van de vogelzang is daarom in zekere zin het verhaal van hoe de etholoog Thorpe ook psycholoog werd. Gedreven door hun liefde voor de ornithologie toonden Thorpe en zijn leerlingen van de eerste en de tweede generatie – Peter Marler, Fernando Nottebohm en Masakazu Konishi – aan dat het zangrepertoire van vele vogels niet aangeboren is, maar moet worden aangeleerd tijdens hun vroege levensjaren. Net zoals mensen die in isolatie zijn grootgebracht, vaak ernstige taalproblemen blijven vertonen, leren geïsoleerde zangvogels nooit zingen zoals hun soortgenoten.

Het zangrepertoire van vele vogels is niet aangeboren, maar moet worden aangeleerd tijdens hun vroege levensjaren

Neuroscience of Birdsong is het langverwachte overzicht van de huidige kennis over de neurale mechanismen aan de basis van het merkwaardige leervermogen van zangvogels. Het boek werd internationaal al op zeer lovende kritieken onthaald. Het is zonder enige twijfel een boek van uitzonderlijke academische kwaliteit, maar het toont eveneens de mensen achter de wetenschap, wat ongebruikelijk is voor een wetenschappelijk werk van dit kaliber. Het laatste deel van het boek bestaat uit de biografie van de geestelijke vader van het domein Thorpe en de wetenschappelijke autobiografieën van de pioniers Konishi, Nottebohm en Marler. Deze biografieën zijn bijzonder aangenaam leesvoer, maar illustreren ook hoezeer de neurowetenschap van de vogelzang een bijna familiale aangelegenheid is binnen een tamelijk gesloten groep onderzoekers.

De kernvraag blijft natuurlijk of die uitgebreide kennis ons ook werkelijk iets leert over het verwerken en de expressie van taal bij de mens. In het zesde hoofdstuk van het boek beschrijven neuroanatomen Michael Farries en David J. Perkel de vele verschillen tussen de hersenen van vogels en zoogdieren. De foetale hersenen van gewervelden bestaan uit vier hersenblaasjes, die al vroeg in de ontwikkeling ontstaan. Het voorste hersenblaasje vormt uiteindelijk het telencefalon, dat wellicht ook het meest menselijke deel van de hersenen is. Het is immers de enorme omvang van het telencefalon dat de intellectuele en andere vermogens van de menselijke soort mogelijk maakt. Misschien is een gelaagde telencefale neocortex wel absoluut noodzakelijk om menselijk gedrag mogelijk te maken. Het is in dit verband interessant dat ons taalvermogen eveneens een telencefale functie is, en dat net de telencefale anatomie van vogels en zoogdieren zo drastisch verschilt. De typische gelaagde corticale structuur van zoogdierhersenen komt niet voor bij vogels. Vogelhersenen zijn anatomisch zo verschillend van zoogdierhersenen dat men lange tijd heeft gedacht dat het vogelbrein alleen bestaat uit het subpallidale deel van de hersenen, dat bij zoogdieren de basale ganglia vormt, die diep in het telencefalon liggen. Recent onderzoek toonde echter aan dat de voorhersenen van vogels meer zijn dan de uitgebouwde basale ganglia, die de oude neuroanatomen er in zagen.

Uit hedendaags onderzoek blijkt dat het vogelbrein structuren bevat die analoog zijn aan de cortex van zoogdieren, maar wel een heel andere ontwikkelingsbiologische oorsprong hebben. De vorm en weefselstructuur van die gebieden zijn zo verschillend dat Farries en Perkel herhaaldelijk besluiten dat het vrijwel onmogelijk is om homologe hersenstructuren, met een gemeenschappelijke oorsprong, bij zoogdieren en vogels aan te duiden. Het is mogelijk dat het leren van vogelzang gebaseerd is op mechanismen die analoog zijn aan de mechanismen die ook aan de basis liggen van de rol van de basale gan-



glia in het leervermogen bij de mens en bij andere zoogdieren. Het is dan ook intrigerend vast te stellen dat de uitschakeling van FoxP2, een gen dat cruciaal is voor de ontwikkeling van vogelzang, ook bij muizen motorische stoornissen veroorzaakt. Dit gen speelt een sleutelrol in de ontwikkeling van dat deel van de basale ganglia van vogels dat instaat voor het aanleren van zang. Nog fascinerender is het dat mutaties in FoxP2 bij de mens leiden tot een aangeboren vorm van verbale dyspraxie, waardoor er problemen optreden in de vloeiende spraak. Dit illustreert uiteraard dat bepaalde mechanismen aan de basis van het verwerven en uitvoeren van sequentiële spierbewegingen essentieel zijn, zowel voor vogelzang, als voor de menselijke spraak.

Hoe complex en fascinerend

het gedrag van vogels en

andere dieren ook is, er blijft

toch die diepe kloof tussen

de vermogens van mensen

en die van andere dieren

Papegaaien kunnen leren communiceren met nagebootste menselijke woorden en chimpansees kunnen leren schilderen. Door onze terechte fascinatie

voor diergedrag zouden we bijna vergeten dat er toch een wezenlijk onderscheid is tussen menselijke spraak en vogelzang. Geen vink die ooit zal trachten met zijn zang de smart uit te drukken die het verlies van zijn vorige legsel veroorzaakte. Hoe complex en fascinerend het gedrag van vogels en andere dieren ook is, er blijft toch die diepe kloof tussen de vermogens van mensen en die van andere dieren. Het lijkt triviaal, maar ondanks de oppervlakkige gelijkenis tussen de bedrijvigheid in de nestkolonies van monniksparkieten en deze van de bouwvakkers in de Sagrada Família, is er toch dat fundamentele verschil tussen de twee bouwwerken. Het allegorische karakter van Gaudí's architectuur, het gebruik van symbolen en de verschillende manieren waarop de vele bezoekers die interpreteren en er al dan niet door worden aangegrepen, staan toch ver van de vermogens van gelijk welk ander dier. We zijn biologische wezens met een lange evolutionaire geschiedenis, maar op een of andere vreemde, nog onverklaarde manier heeft onze neurobiologie het mogelijk gemaakt dat onze intellectuele, esthetische en affectieve vermogens ongeëvenaard zijn in het dierenrijk. Zullen de neurowetenschappen ons ooit iets vertellen over dit onderscheid tussen dieren en mensen? Of over de reden waarom zoveel neurowetenschappers geïnteresseerd zijn in ornithologie? •

H. Philip Zeigler en Peter Marler (eds.), *Neuroscience of Birdsong*. (Cambridge: Cambridge University Press, 2008).